Journal of Iranian Plant Protection Research

https://jpp.um.ac.ir

Research Article
Vol. 36, No. 2, Summer 2022, p. 285-299

Evaluating the Effect of Mixing Clopyralid with Oxadiazon and Oxadiargyl on Control of Broadleaf Weeds in Rapeseed (Brassica napus L.)

A. Rashidi[1], E. Elahifard[2*], M.H. Tabib[3]

Received: 01-12-2021
Revised: 11-12-2021
Accepted: 18-12-2021
Available Online: 21-09-2022

How to cite this article:
Rashidi, A., Elahifard, E., & Tabib, M.H. (2022). Evaluating the Effect of Mixing Clopyralid with Oxadiazon and Oxadiargyl on Control of Broadleaf Weeds in Rapeseed (*Brassica napus* L.). *Journal of Iranian Plant Protection Research 36*(2): 285-299. (In Persian with English abstract)
DOI: 10.22067/JPP.2021.73906.1066

Introduction

Rapeseed is one of the most important crops cultivated for oil extraction and has the highest annual growth rate (in terms of production) among the essential oilseeds in the world. Due to its slow growth rate, the rapeseed plant has little competitive ability against weeds in the early growing season, which causes it to be severely damaged by weed interference. Since the long-term presence of weeds in rapeseed could reduce its quality and yield, early weed control is essential to achieve economically acceptable yields.

Materials and Methods

In order to control broadleaf weeds in rapeseed fields, a factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications was conducted in winter 2019 in Benvar Nazer region, Andimeshk county, Iran. The experimental factors included two types of rapeseed hybrids (Hayola 50 and Agamax) and clopyralid herbicide (1.5 L ha^{-1} recommended dose, EC30%, Aryashimi, Iran) application with a fixed dose of 1 lit ha^{-1} for all treatments along with oxadiazon herbicide (recommended dose of 3 L ha^{-1} for using in rice as pre-plant before the two leaved barnyard grass, EC12%, Shimagro company, Iran) at doses of 100, 175, and 200 ml ha^{-1}, and oxadiargyl herbicide (recommended dose of 3-3.5 L ha^{-1} for using in rice as pre-emergence or at the beginning of weed emergence in transplanted rice, SC3%, Herbicide Production Company, Iran) with doses of 100, 125, and 150 ml ha^{-1}. Weedy and weeding control (complete control by manual weeding) were considered as control treatments. Herbicides were applied by a 12 liter back sprayer equipped with a TJET 11003 nozzle, which was calibrated for spraying 200 liters per hectare, in the initial 2-leaf stage to the beginning of 4 true leaves for chemical control of weeds in the plots. The grass weeds were removed by hand. Broadleaf weeds were counted separately according to the weed species at before spraying, three and six weeks after spraying and were cut at the soil surface and dried at 70 °C in oven. Then, weed dry weight was measured with a digital scale 0.01 and the percentage reduction in density and dry weight of weeds were calculated. In addition, the amount herbicides used on rapeseed was visually assessed using the EWRS standard table. Then, yield and yield components of rapeseed including number of siliques, seed no. per silique, 1000-seed weight, seed yield, biological yield and harvest index were measured.

Results and Discussion

Results showed that the predominant weed species in the experimental plots included wild clover, queen anne's lace, mallow, *Anagalis* spp., wild mustard, and field bindweed, which the highest frequency (31.29%) belonged to wild clover and the lowest frequency (1.03%) belonged to field bindweed. The ANOVA results showed that the reduction percentage of density and dry weight of weeds and seed yield were affected by

1- M.Sc. Degree Graduate in Weed Science, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Bavi, Iran
2- Assistant Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Bavi, Iran
(*- Corresponding Author Email: e.elahifard@asnrukh.ac.ir)
3- Plant Protection Management Administration, Jahad Agricultural Organization of Khuzestan, Ahvaz, Iran

experimental treatments; as the treatments of clopyralid + oxadiazon 100, clopyralid + oxadiazon 175, clopyralid + oxadiargyl 125 in Hyola50 hybrid and clopyralid + oxadiazon 175 in Agamax hybrid reduced the density and dry weight of weeds by 100%. While, the lowest reduction percentage of weed density and dry weight (44.74 and 55.33%, respectively) was observed in Agamax hybrid and clopyralid (1 L ha^{-1}) treatment. Also, the highest and lowest herbicide injury on weeds were observed in clopyralid+oxadiazon 100 (9.67%) and clopyralid alone and combination of clopyralid+oxadiargyl 100 and 150 in Agamax hybrid (0%), respectively. The highest seed yield, biological yield and 1000-seed weight of rapeseed were observed in clopyralid+oxadiazon 200, oxadiargyl 125 and 150 (3377.6 kg ha^{-1}, 11295 kg ha^{-1}, and 3.27 g, respectively), and the lowest was observed in weedy control treatment (2064.2 Kg ha^{-1}, 7458 Kg ha^{-1} and 2.87 g). 1000-seed weight is less affected by treatments and is a genetic trait. The highest and lowest number of seeds per silique under the influence of herbicide treatment were related to clopyralid+oxadiazone 175 and clopyralid+oxadiargyl 100 (23.33 and 18.17), respectively. An increase in the number of seeds per silique was observed with increasing the dose of herbicide oxadiazone in combination with clopyralid up to 175 ml ha^{-1}. The highest number of siliques per plant was obtained in weeding treatment in Agamax hybrid with 189.33 silique per plant, which was significantly different from weedy control treatment. Also, the lowest number of weed control silique was obtained with Hayola 50 hybrid, which was not significantly different from clopyralid+oxadiazone 100 in Agamax hybrid.

Conclusion

According to the results, mixing herbicides is a solution to eliminate the competition of weeds with rapeseed and increase the yield so that the yield of up to 3.3 tons is obtained, which compared to clopyralide only as a control treatment. In general, the highest yield of rapeseed from plots treated with clopyralid+oxadiazon 200, oxadiargyl 125, and 150 were the best treatment in comparison with the applied treatments. The best treatment is the one in which rapeseed yield has been the highest. In addition, since clopyralid is a selective herbicide in rapeseed, it did not have sufficient efficacy due to poor control of important weeds such as wild mustard. It should also be noted that further testing of the above herbicide mixtures on rapeseed fields throughout the country is necessary in order to obtain the results that are the basis for recommending these mixtures in rapeseed.

Keywords: Rapeseed hybrid, Weed density and dry weight reduction, Yield

نشریه پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران
https://jpp.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۶، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، ص. ۲۹۹-۲۸۵

بررسی اثر اختلاط علف‌کش کلوپیرالید با علف‌کش‌های اگزادیازون و اگزادیارجیل بر کنترل علف‌های هرز پهن برگ کلزا (*Brassica napus* L.)

امین رشیدی[1]- الهام الهی فرد[2]*- محمدحسین طبیب[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۲۷

چکیده

تنوع اندک و عدم کارایی کافی علف‌کش‌های ثبت شده برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ در مزارع کلزا در کشور، بررسی کارایی علف‌کش‌های جدید یا علف‌کش‌های سایر محصولات در کلزا، امری ضروری است. به منظور کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ مزارع کلزا آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل دو نوع هیبرید کلزا (هایولا ۵۰ و آگامکس) و مصرف علف‌کش‌های کلوپیرالید با دُز یک لیتر در هکتار به‌تنهایی و همراه با علف‌کش‌های اگزادیازون با دُزهای ۱۰۰، ۱۷۵ و ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار و نیز اگزادیارجیل با دُزهای ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ میلی‌لیتر در هکتار و شاهد آلوده به علف هرز و شاهد بدون علف هرز (کنترل کامل توسط وجین دستی) در زمستان سال ۱۳۹۸ در منطقه بنوار ناظر از توابع شهرستان اندیمشک، استان خوزستان، انجام شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درصد کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز و عملکرد دانه تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت؛ به‌طوری‌که تیمارهای کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۰۰، کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۷۵، کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۲۵ در هیبرید هایولا۵۰ و کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۷۵ در هیبرید آگامکس، تراکم و وزن خشک علف‌های هرز را به میزان ۱۰۰ درصد کاهش دادند. درحالی‌که کمترین درصد کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز (به ترتیب ۴۴/۷۴ و ۵۵/۳۳ درصد) در تیمار کلوپیرالید (یک لیتر در هکتار) در هیبرید آگامکس مشاهده شد. همچنین، بیشترین گیاهسوزی علف‌کش روی کلزا (۹/۶۷ درصد) در تیمار کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۰۰ در هیبرید آگامکس مشاهده شد. بیشترین عملکرد دانه (۳۳۷۷/۶ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد بیولوژیک (۱۱۲۹۵ کیلوگرم در هکتار) و وزن هزار دانه کلزا (۳/۲۷ گرم) به ترتیب تحت تأثیر تیمارهای کلوپیرالید + اگزادیازون۲۰۰، اگزادیارجیل ۱۲۵ و ۱۵۰ و کمترین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه کلزا مربوط به شاهد آلوده به علف‌هرز (۲۰۶۴/۲، ۷۴۵۸ کیلوگرم در هکتار و ۲/۸۷ گرم) بود. به طورکلی، با توجه به حصول بیشترین عملکرد کلزا از کرت‌های تیمار شده با کلوپیرالید + اگزادیازون۲۰۰، و اگزادیارجیل ۱۲۵ و ۱۵۰، این تیمارها بهترین تیمار در مقایسه با تیمارهای اعمال شده بود. ضمناً از آن‌جا که کلوپیرالید علف‌کش اختصاصی کلزا است به دلیل کنترل ضعیف علف‌های هرز مهمی مانند خردل وحشی، کارایی مناسبی نداشت.

واژه‌های کلیدی: تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز، عملکرد، هیبرید کلزا

مقدمه

کلزا با نام علمی (*Brassica napus* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی است که در سطح دنیا جهت استخراج روغن کشت می‌شود و از بیشترین میزان رشد سالانه (از نظر میزان تولید) در بین گیاهان دانه روغنی مهم جهان برخوردار است (Al-Barrak, 2006). این محصول در بین دانه‌های روغنی جهان بیشترین رشد را در دهه‌های اخیر داشته و امروزه مقام سوم را پس از سویا (*Glycine max* (L.) Merr.) و نخل روغنی (*Elaeis guineensis* Jacq) در

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اگروتکنولوژی، علوم علف‌های هرز، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، باوی، ایران
۲- استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، باوی، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: e.elahifard@asnrukh.ac.ir)
۳- اداره مدیریت حفظ نباتات، سازمان جهاد کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران

DOI: 10.22067/JPP.2021.73906.1066

فراورده‌های روغن گیاهی احراز کرده است (Berry and Spink, 2006). گیاه کلزا به دلیل سرعت رشد و نمو کُند در اوایل فصل رشد توانایی رقابتی اندکی در مقابل علف‌های هرز دارد و همین امر سبب می‌شود که از تداخل علف‌های هرز آسیب فراوانی ببیند. از آن‌جایی که حضور طولانی مدت علف‌های هرز در کلزا می‌تواند باعث کاهش کیفیت و عملکرد آن گردد، بنابراین کنترل زود هنگام علف‌های هرز برای رسیدن به عملکرد قابل قبول اقتصادی، امری بسیار ضروری است (Naylor and Lutman, 2002). مهار علف‌های‌هرز در زراعت کلزا می‌تواند ۶/۸ تا ۹/۵ درصد عملکرد محصول را افزایش دهد. براساس تحقیقات انجام شده، ۷۰ درصد علف‌های‌هرز مزارع کلزای ایران را علف‌های هرز پهن‌برگ و ۳۰ درصد آنها را باریک‌برگان تشکیل می‌دهند (Dastorani *et al.*, 2018). بر اساس مطالعات انجام شده وجود علف‌های هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) و سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) موجب کاهش عملکرد دانه کلزا به میزان ۲۰ درصد می‌شود (Blackshaw, 2002). حضور ۱۰ بوته خردل وحشی در هر مترمربع از کشت کلزا، کاهش ۲۰ درصدی عملکرد دانه و حضور ۵ درصدی بذور خردل وحشی در محصول کلزای برداشت شده، بالا رفتن اسید اروسیک و گلیکوزینولات در روغن استحصال شده را به همراه داشت. افزایش تراکم خردل به ۲۰ بوته در مترمربع میزان خسارت را به میزان ۳۶ درصد افزایش می‌دهد.

در حال حاضر، برای کنترل علف‌های هرز کلزا، به طور عمده از علف‌کش‌های تریفلورالین (ترفلان)، کلوپیرالید (لونترال) و یک باریک برگ‌کش به نام هالوکسی‌فوپ آر متیل استر (گالانت سوپر) استفاده می‌شود که هیچ‌کدام قادر به کنترل کامل علف‌های هرز هم‌خانواده کلزا مانند خردل وحشی و انواع خاکشیر (*Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl و *Sysimbrium irrio* L.) و سایر علف‌های هرز مانند پنیرک (*Malva* spp.) نیستند (Tabib *et al.*, 2019). امروزه کاهش مصرف علف‌کش‌ها یکی از اهداف اساسی مدیریت علف‌های هرز می‌باشد که در این بین می‌توان به روش‌های مختلفی چون دُزهای خردشده علف‌کش، تکنولوژی‌های جدید در کاربرد علف‌کش، کاربرد نواری علف‌کش، استفاده از مواد افزودنی و مخلوط علف‌کش‌ها اشاره نمود (Kudsk and Striebig, 2003).

دو علف‌کش اگزادیازون (رونستار) و اگزادیارجیل (تاپ‌استار) از علف‌کش‌های رایج در شالیزارهای برنج می‌باشند که طیف علف‌های هرز هدف آن‌ها به‌ویژه دو خانواده Brassicaceae، و Malvaceae با مزارع کلزا مشترک می‌باشد (Mehdinejad *et al.*, 2011; Musavi, 2013). نتایج تحقیقات دستورانی و همکاران (Dastorani *et al.*, 2018) نشان داد در بین تیمارهای مختلف علف‌کش‌ها، اتالفلورالین و اگزادیازون به ترتیب با ۹۷/۴۰ و ۸۴/۳۱ درصد نسبت به تیمار عدم کاربرد علف‌کش، بیشترین کاهش را در وزن خشک علف‌های هرز زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) به خود اختصاص دادند. نتایج آزمایشی نشان داد که علف‌کش اگزادیازون بعد از آبیاری اول می‌تواند به طور معنی‌داری باعث کاهش علف‌های هرز و افزایش عملکرد گیاه زراعی پیاز (*Allium cepa* L.) شود (Ghosheh, 2004). نتایج آزمایش جمال و چستر (Jamal and Chester, 2006) نشان داد که هر دو علف‌کش اکسی‌فلورفن و اگزادیازون بسیار انتخابی بودند و برای کنترل علف‌های هرز مرزنجوش (*Origanum syriacum* L.) بسیار موثر بودند.

یعقوبی (Yaghoubi, 2015) با مطالعه کنترل شیمیایی علف‌هرز گوشاب (*Potamogeton nodosus* Poir.) و سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) در شالیزار گزارش کرد که علف‌کش اگزادیارجیل به میزان ۹۰-۷۵٪ و ۴۵-۳۵٪ به‌ترتیب منجر به کنترل سوروف و گوشاب گردید. براساس گزارش شیمی و همکاران (Shimi *et al.*, 2014) دز ۰/۸ لیتر ماده تجاری در هکتار از علف‌کش لونترل (کلوپیرالید) بر روی درصد کاهش تراکم پنیرک تأثیری نداشت ولی در پایان فصل از نظر کاهش وزن خشک، این علف هرز را ۵۲ درصد کنترل نمود. یک لیتر در هکتار لونترل و واچ (برند تجاری دیگر کلوپیرالید) توانستند درصد کاهش تراکم و وزن خشک پنیرک را ۵۰ درصد کنترل نماید. مقادیر بالاتر این دو ماده تجاری کلوپیرالید نتوانستند تأثیر بیشتر روی کنترل پنیرک بگذارند. نتایج آزمایش عسکری و همکاران (Askari *et al.*, 2012) نشان داد که بالاترین عملکرد و اجزای عملکرد دانه کلزا و پایین‌ترین شاخص‌های علف‌های‌هرز در تیمار کاربرد کلوپیرالید ۳۰۰+ سیکلوکسیدیم و پس از آن تیمار کاربرد کلوپیرالید۳۰۰+ هالوکسی فوپ-آر-متیل حاصل گردید.

از آن‌جایی که تعیین موثرترین علف‌کش در شرایط اقلیمی ایران جهت توصیه مصرف و ترویج در بین کشاورزان و حذف سموم با تأثیر کمتر، ضروری به نظر می‌رسد و نظر به اینکه کلزا از محصولات استراتژیک کشور به شمار می‌رود، این گونه تحقیقات زمینه‌های لازم را برای رفع برخی از محدودیت‌های توسعه کشت هموار خواهد ساخت. لذا به علت تنوع اندک و عدم کارایی کافی علف‌کش‌های ثبت شده برای کنترل علف‌های هرز به‌ویژه پهن‌برگ‌ها در مزارع کلزا در کشور، بررسی کارایی علف‌کش‌های جدید یا علف‌کش‌های سایر محصولات در کلزا، امری ضروری است. در این آزمایش با توجه به محدودیت کنترل برخی علف‌های هرز توسط علف‌کش‌های رایج کلزا در استان خوزستان استفاده از علف‌کش‌های اگزادیازون و اگزادیارجیل به‌صورت اختلاط با کلوپیرالید در دو هیبرید کلزای هایولا ۵۰ و آگامکس[1] به عنوان هدف پژوهش در نظر گرفته شد.

1- Agamax

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۸ در منطقه بنوار ناظر از توابع شهرستان اندیمشک با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۳ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۰۸ متر از سطح دریا اجرا شد. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل دو نوع هیبرید کلزا شامل هایولا ۵۰ (رقم هیبرید بهاره زودرس (Askari *et al*., 2012)) و آگامکس (رقم هیبرید، دوصفر با عملکرد دانه بالا، خیلی زودرس و مقاوم به ورس) و مصرف علف‌کش‌های کلوپیرالید (دز توصیه شده به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار برای کلزا به صورت پس رویشی، SL30%، شرکت آریا شیمی)، اگزادیازون (دز توصیه شده به میزان ۳ لیتر در هکتار برای مصرف در برنج (*Oryza sativa* L.) به صورت پیش کاشت تا قبل از دو برگی شدن سوروف، EC12%، شرکت شیماگرو) و اگزادیارجیل (دز توصیه شده به میزان ۳/۵–۳ لیتر در هکتار برای مصرف به صورت پیش رویش یا در شروع رویش علف‌های هرز در برنج نشایی، SC3%، شرکت تولید سموم علف‌کش) (Musavi, 2013) در هفت سطح و شاهد آلوده به علف‌هرز و شاهد بدون علف‌هرز کنترل کامل (وجین دستی) بود. تیمارهای علف‌کشی عبارت بودند از کلوپیرالید، اگزادیازون و اگزادیارجیل که به صورت کلوپیرالید ۱ لیتر در هکتار + اگزادیازون ۱۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، کلوپیرالید ۱ لیتر در هکتار + اگزادیازون ۱۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، کلوپیرالید ۱ لیتر در هکتار + اگزادیازون ۱۷۵ میلی‌لیتر در هکتار، کلوپیرالید ۱ لیتر در هکتار + اگزادیازون ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، کلوپیرالید ۱ لیتر در هکتار + اگزادیارجیل ۱۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، کلوپیرالید ۱ لیتر در هکتار + اگزادیارجیل ۱۲۵ میلی‌لیتر در هکتار، کلوپیرالید ۱ لیتر در هکتار + اگزادیارجیل ۱۵۰ میلی‌لیتر در هکتار و کلوپیرالید ۱ لیتر در هکتار به عنوان شاهد.

قبل از کشت به منظور تهیه زمین ابتدا ماخار و پس از گاورو شدن توسط گاوآهن برگردان‌دارشخم زده شد و سپس دو دیسک و پس از آن جهت انجام تسطیح نسبی از لولر (ماله) استفاده شد. پس از انجام عملیات تهیه بستر، طرح مورد نظر در قطعه زمینی به مساحت ۱۲۰۰ متر مربع شامل ۵۴ کرت (۱۸ تیمار در ۳ تکرار) اجرا شد. ابعاد هر کرت به طول ۴ و عرض ۲ متر بود و فاصله بین کرت‌ها یک خط نکاشت به عرض ۷۵ سانتیمتر بود. در هر کرت پنج پشته ۷۵ سانتیمتری در نظر گرفته شد و روی هر پشته نیز ۳ خط کاشت انجام شد. فاصله بین ردیف‌های روی هر پشته ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها نیز ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. اختصاص تیمارها در هر بلوک و کرت به صورت تصادفی انجام شد.

جهت عملیات کشت از دستگاه دانه‌ریز کار مدل SABALAN NT150 ساخت شرکت ماشین بذرکار همدان استفاده شد. بذر مصرفی جهت کاشت ۸ کیلوگرم توسط دستگاه کارنده تنظیم گردید. همچنین، جهت اعمال تیمارهای علف‌کش، ترکیبات علف‌کش به وسیله سمپاش کتابی پشتی اهرمی ۱۲ لیتری مجهز به نازل سبز به شماره P1 8800704، که برای پاشش ۲۰۰ لیتر در هکتار کالیبره شده بود در مرحله ۲ برگی اولیه تا ابتدای ۴ برگی حقیقی به منظور کنترل شیمیایی علف‌های‌هرز در کرت‌های مورد نظر اعمال شدند و علف‌های هرز کشیده برگ به صورت دستی وجین شدند.

بر اساس نتایج آزمون خاک، کوددهی برای کلزا به صورت ۲۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن از منبع اوره، ۱۵۰ کیلوگرم فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل و ۱۵۰ کیلوگرم پتاس از منبع سولفات پتاسیم انجام شد. تمامی کودهای فسفر و پتاسیم در زمان کاشت و کود نیتروژن به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله کاشت، ۱۵۰ کیلوگرم به صورت سرک در زمان رشد سریع به خاک داده شدند.

علف‌های هرز پهن‌برگ قبل از سمپاشی، سه و شش هفته بعد از سم‌پاشی با توجه به گونه علف‌هرز به تفکیک شمارش شد. برای‌تعیین وزن علف‌های‌هرز، در هر کرت با حذف اثرات حاشیه‌ای، کوادراتی به ابعاد یک در یک متر از وسط هر کرت جدا شده و علف‌های هرز واقع در این کوادرات برداشت و به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند، سپس وزن خشک آن‌ها با ترازوی دیجیتال ۰/۰۱ اندازه‌گیری‌شد. سپس، درصد کاهش تراکم و درصد کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز محاسبه شد (Zand *et al*., 2014). ضمنا میزان خسارت علف‌کش‌های به کار برده شده بر روی کلزا به صورت چشمی با استفاده از جدول استاندارد EWRS[1] برآورد شد (Zand *et al*., 2014).

جهت اندازه‌گیری اجزاء عملکرد از کل بوته‌های برداشت شده از هر کرت به مساحت یک مترمربع تعداد ۵ بوته به صورت تصادفی انتخاب شد و سپس به ترتیب تعداد دانه در خورجین در هر کرت به صورت تصادفی انتخاب گردید و پس از شمارش تعداد بذور موجود در آن‌ها، تعداد دانه در خورجین برای هر واحد آزمایشی مشخص شد. برای تعیین وزن هزار دانه نیز دو نمونه ۵۰۰ تایی از بذور هر یک از کرت‌های آزمایشی شمارش و توزین گردید و براساس آن وزن هزار دانه محاسبه شد. برای تعیین عملکرد اقتصادی و بیولوژیک کلزا در مرحله برداشت فیزیولوژیک از هر کرت به میزان یک متر مربع به طور تصادفی از سطح زمین کف‌بر و به آزمایشگاه منتقل شد، ابتدا دانه‌ها از غلاف‌ها جدا شد و سپس بوته‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتیگراد قرار داده شدند و وزن آن‌ها با ترازوی

1- European Weed Research Society

دیجیتال ۰/۰۱ توزین گردید. شاخص برداشت نیـز از نسـبت عملکـرد دانه به عملکرد بیولوژیکی بر حسب درصد بدست آمد.

پس از اتمام یادداشت‌برداری‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها بـا کمـک نرم‌افزار SAS9.4 و مقایسه میانگین‌ها بـا اسـتفاده از آزمـون حـداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح ۵ درصد انجام شد. مقایسه میانگین اثرات متقابل به صورت مقایسـه ترکیبـات تیمـاری ارائـه شـد. رسـم نمودارها نیز با کمک نرم‌افزار Excel 2013 انجام شد.

نتایج و بحث

فراوانی گونه‌های علف هرز در کرت‌های آزمایش

علف‌های هرز مشاهده شده‌ی غالب در کرت‌های آزمایشی شامل وایه، پنیرک، آناگالیس، شبدر وحشی، خردل وحشی، شاه تره و پیچک مزرعه‌ای بودند که بیشترین فراوانی آن‌ها (۳۱/۲۹ درصد) متعلـق بـه شبدر وحشی و کمتـرین فراوانـی (۱/۰۳ درصـد) متعلـق بـه پیچـک مزرعه‌ای بود. درصد فراوانی سایر گونه‌ها در جـدول ۲ گـزارش شـده است.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک

Table 1- Physical and chemical characteristics of the soil

پتاسیم در دسترس (درصد) Available Potassium (mg kg^{-1})	فسفر در دسترس (درصد) Available Phosphorus (mg kg^{-1})	نیتروژن (درصد) Nitrogen (%)	کربن آلی (درصد) Organic Carbon (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی E.C. (dS m^{-1})	ماسه (درصد) Sand (%)	رس (درصد) Clay (%)	سیلت (درصد) Silt (%)
95	2.8	0.027	0.44	7.17	0.54	15	41	44

جدول ۲- فراوانی گونه‌های مشاهده شده در مزرعه آزمایشی

Table 2- Frequency of observed species in the experimental field

فراوانی نسبی Relative frequency (%)	گونه Species	
	نام علمی Scientific name	نام فارسی Persian name
31.29	*Trifolium* spp.	شبدر وحشی
24.64	*Ammi majus* L.	وایه
20.61	*Anagalis* sp.	آناگالیس
14.24	*Fumaria* sp.	شاه‌تره
4.67	*Malva* spp.	پنیرک
3.52	*Sinapis arvensis* L.	خردل وحشی
1.03	*Convolvulus arvensis* L.	پیچک مزرعه

کاهش تراکم علف‌های هـرز در سـه و شـش هفتـه پـس از سمپاشی مزرعه کلزا

اثر ساده هیبرید کلـزا، علـف‌کـش و همچنـین مقایسـه ترکیبـات تیماری بر درصد کاهش تراکم و وزن خشک کل گونه‌های علف‌هـای هرز پهن‌برگ در سه و شش هفته پس از اعمال علـف‌کـش معنـی‌دار بود ($P\leq0.05$) (جدول ۳).

نتـایج مقایسـه ترکیبـات تیمـاری در سـه و شـش هفتـه بعـد از سمپاشی نشان داد که بیشترین درصد کاهش تـراکم علـف‌هـای‌هـرز مربوط به هیبرید هایولا۵۰ و همچنین استفاده از علـف‌کـش ترکیبـی کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۲۵ به میزان ۱۰۰ درصد کـاهش تـراکم و کمترین درصد کاهش تراکم علف‌های‌هرز مربوط به هیبرید آگامکس و استفاده از علف‌کش کلوپیرالید به میزان (۱۹/۳۶ درصد در سه هفته بعد از سمپاشی و ۴۴/۷۴ درصد شش هفته بعد از سمپاشی) بوده است (جدول ۴). در آزمایشی گزارش شد که کاربرد اگزادیارجیل کـه ماننـد اگزادیازون از خانواده اکسیدازول‌ها و آنزیم پروتوپورفیرینوژن اکسـیداز است (Musavi, 2013; Mehdinejad *et al.*, 2011)، در غلظـت بالاتر از دز توصیه شده (۴۵۰۰ گرم در هکتار) در سـه و شـش هفتـه پس از مصرف علف‌کش، درصد کاهش تراکم کل علف‌های‌هرز مزارع برنج را به ترتیب ۷۱ و ۵۲ درصد نسبت به تیمار شـاهد کنتـرل کـرد (Nasiri *et al.*, 2014). همچنین، طبیب و همکاران (Tabib *et al.*, 2019) گزارش کردند که بهترین تیمار علف کش مربوط به کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۵۰ میلی‌لیتر و کمترین مربـوط بـه کلوپیرالیـد بـرای کنترل علف‌هرز پنیرک می‌باشد.

جدول ۳- تجزیه واریانس کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ (کل) سه و شش هفته پس از اعمال علف‌کش

Table 3- Analysis variance of density reduction and dry weight reduction of broad leaf weed three and six weeks after herbicide application

منبع تغییر Source of variation	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات (Mean Square) کاهش تراکم Density reduction percentage		کاهش وزن خشک Dry weight reduction percentage	
		21 days	42 days	21 days	42 days
Replication تکرار	2	51.07^{ns}	2.34^{ns}	108.79^{ns}	84.55^{ns}
Hybrid (A) هیبرید کلزا	1	2329.69^{*}	943.92^{**}	1234.10^{**}	495.64^{**}
Herbicide (B) علف‌کش	6	2403.45^{*}	1515.49^{**}	1603.12^{**}	1031.79^{**}
(A×B) هیبرید × علف‌کش	6	794.20^{**}	361.91^{**}	453.46^{**}	233.46^{**}
خطاError	26	33.31	29.58	94.40	38.36
CV (%) ضریب تغییرات (درصد)	–	7.05	6.05	10.96	6.68

*، ** به ترتیب اختلاف در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns غیرمعنی‌دار

*,** mean significant differences at 5 and 1 % probability level respectively and ns means no significant difference.

جدول ۴- مقایسه ترکیبات تیماری هیبرید کلزا ×علف‌کش به لحاظ درصد کاهش تراکم کل گونه‌های هرز سه و شش هفته پس از سمپاشی مزرعه کلزا

Table 4- Comparison of rapeseed hybrid×herbicide treatment compositions in terms of percentage reduction of total weed density, three and six weeks after herbicide application in rapeseed field

هیبرید کلزا Hybrid Rapeseed	تیمار Treatment	۲۱ روز 21 days	۴۲ روز 42 days
هایولا۵۰ Hyola50	کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۰۰ Clopyralid + Oxadiazon 100	90.95	100
	کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۷۵ Clopyralid + Oxadiazon 17	95.74	100
	کلوپیرالید + اگزادیازون ۲۰۰ Clopyralid + Oxadiazon 200	97.19	99.37
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۰۰ Clopyralid + Oxadiargyl 100	76.60	94.75
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۲۵ Clopyralid + Oxadiargyl 125	100	100
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۵۰ Clopyralid + Oxadiargyl 150	99.09	99.09
	Clopyralidکلوپیرالید	65.19	69.37
آگامکس Agamax	کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۰۰ Clopyralid + Oxadiazon 100	45.91	62.10
	کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۷۵ Clopyralid + Oxadiazon 17	93.28	100
	کلوپیرالید + اگزادیازون ۲۰۰ Clopyralid + Oxadiazon 200	89.14	95.15
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۰۰ Clopyralid + Oxadiargyl 100	90.52	97.67
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۲۵ Clopyralid + Oxadiargyl 125	88.83	97.24
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۵۰ Clopyralid + Oxadiargyl 150	93.45	99.32
	Clopyralidکلوپیرالید	19.36	44.74
LSD	-	9.68	9.13

جدول ۵- مقایسه ترکیبات تیماری هیبرید کلزا ×علف‌کش به لحاظ درصد کاهش وزن خشک کل گونه‌های هرز سه و شش هفته پس از سمپاشی مزرعه کلزا

Table 5- Comparison of rapeseed hybrid×herbicide treatment compositions in terms of percentage reduction of total weed dry weight, three and six weeks after herbicide application in rapeseed field

هیبرید کلزا Hybrid Rapeseed	تیمار Treatment	۲۱ روز 21 days	۴۲ روز 42 days
هایولا۵۰ Hyola50	کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۰۰ Clopyralid + Oxadiazon 100	97.19	100
	کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۷۵ Clopyralid + Oxadiazon 17	99.26	100
	کلوپیرالید + اگزادیازون ۲۰۰ Clopyralid + Oxadiazon 200	99.28	99.87
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۰۰ Clopyralid + Oxadiargyl 100	93.50	96.76
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۲۵ Clopyralid + Oxadiargyl 125	100	100
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۵۰ Clopyralid + Oxadiargyl 150	97.41	99.56
	کلوپیرالیدClopyralid	71.50	76.67
آگامکس Agamax	کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۰۰ Clopyralid + Oxadiazon 100	56.67	73.33
	کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۷۵ Clopyralid + Oxadiazon 17	95.94	100
	کلوپیرالید + اگزادیازون ۲۰۰ Clopyralid + Oxadiazon 200	95.93	99
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۰۰ Clopyralid + Oxadiargyl 100	95.59	99.50
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۲۵ Clopyralid + Oxadiargyl 125	98.33	99.55
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۵۰ Clopyralid + Oxadiargyl 150	99.29	100
	کلوپیرالیدClopyralid	40.50	53.33
LSD	-	16.31	10.39

کاهش وزن خشک علف‌های هرز در سه و شش هفته پس از سمپاشی مزرعه کلزا

نتایج جدول تجزیه واریانس مربوط به درصد کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز کلزا در سه و شش هفته پس از اعمال تیمارها نشان داد که اثر هیبرید، علف‌کش و همچنین مقایسه ترکیبات تیماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

نتایج مقایسه ترکیبات تیماری به لحاظ درصد کاهش وزن خشک کل گونه‌های هرز مورد بررسی نشان داد که بیشترین کاهش وزن خشک کلیه علف‌های هرز پس از سه و شش هفته از سمپاشی در تیمار کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۲۵ هیبرید هایولا ۵۰ (۱۰۰ درصد کاهش وزن خشک) و کمترین در تیمار کلوپیرالید هیبرید آگامکس (۴۰/۰۵ درصد) در ۲۱ روز پس از سمپاشی و (۵۵/۳۳ درصد) با گذشت شش هفته از سمپاشی بود. پس در نتیجه ترکیب علف‌کش کلوپیرالید با علف‌کش‌های اگزادیازون و اگزادیارجیل نسبت به علف‌کش کلوپیرالید به تنهایی تأثیر بهتری بر روی کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز پهن برگ مزرعه کلزا دارند (جدول ۵). تحقیقات بسیاری انجام شده است که بیانگر تأثیر بهتر علف‌کش‌های ترکیبی کلوپیرالید با دیگر علف‌کش‌ها در مقایسه با کلوپیرالید به تنهایی برای کنترل علف‌های‌هرز می‌باشد (Askari *et al*., 2016; Tabib *et al*., 2019).

ارزیابی خسارت چشمی ناشی از کاربرد علف‌کش بر روی کلزا و علف‌های هرز بر اساس استاندارد EWRS

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس ارزیابی خسارت چشمی ناشی از کاربرد علف‌کش بر کلزا مشاهده شد که اثر هیبرید، علف‌کش و ترکیبات تیماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین در ارزیابی خسارت چشمی ناشی از کاربرد علف‌کش بر علف‌هرز نشان داد که اثر هیبرید و علف کش معنی‌دار در حالی که اثر ترکیبات تیماری معنی‌داری نبود (جدول ۶).

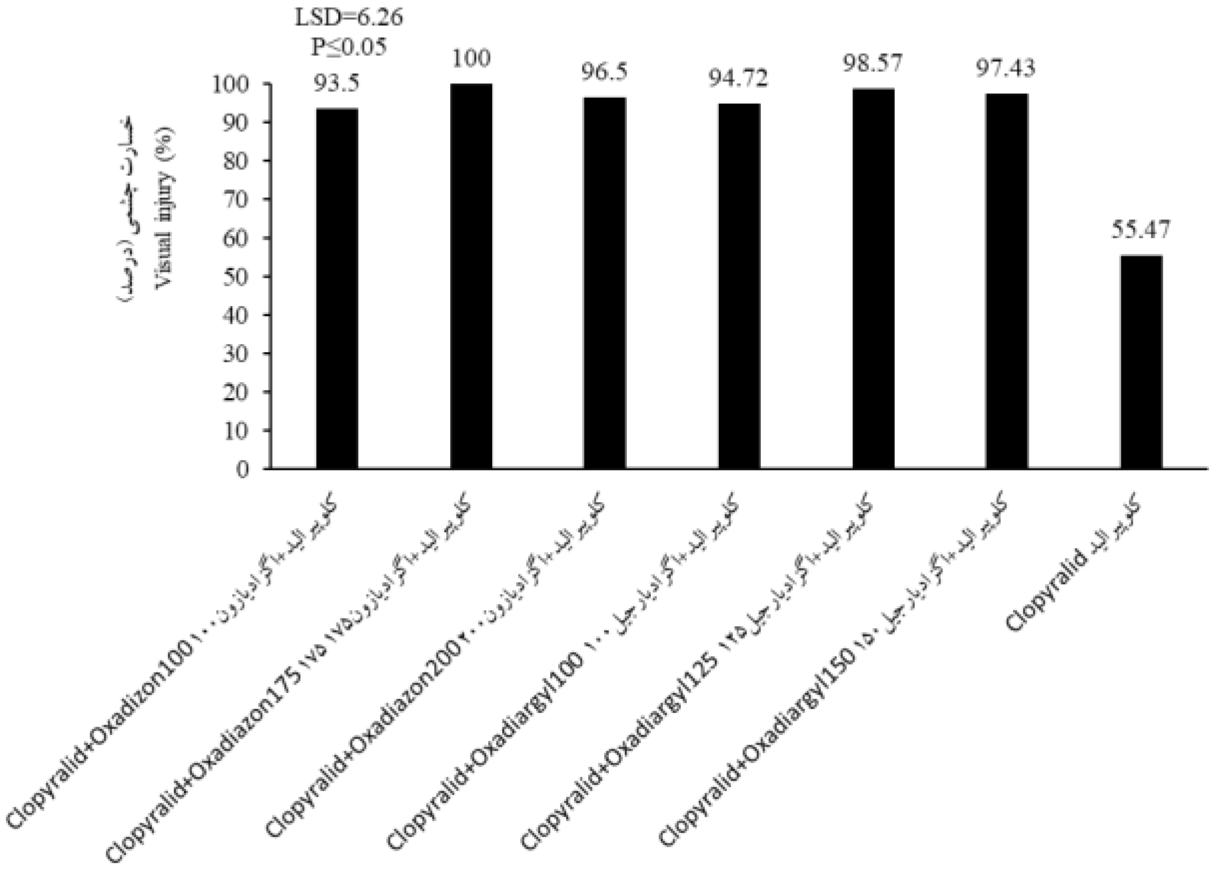
جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس ارزیابی خسارت چشمی ناشی از کاربرد علف‌کش بر کلزا و علف‌های هرز

Table 6- Results of ANOVA for visual injury assessment due to herbicide application on rapeseed and weeds

منبع تغییر Source of variation	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات (Mean Square) کلزا Rapeseed	 علف هرز Weed
تکرار Replication	2	1.36^{ns}	40.41^{ns}
هیبرید کلزا Hybrid (A)	1	51.48^{**}	183.82^{*}
علف‌کش Herbicides (B)	6	32.37^{**}	1492.52^{**}
هیبرید × علف‌کش (B × A)	6	23.43^{**}	42.32^{ns}
خطاError	26	0.50	27.79
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	–	29.09	5.80

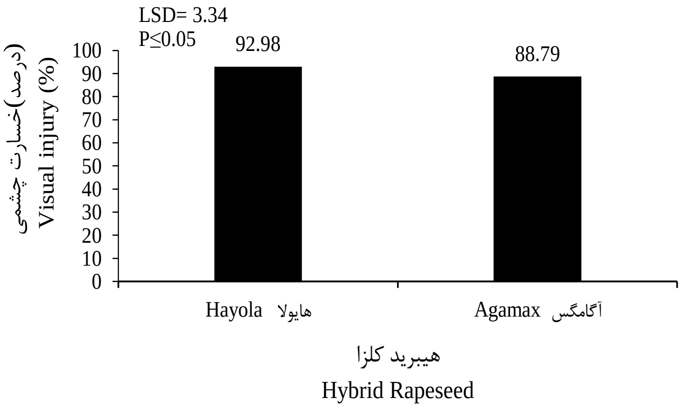
*، ** به ترتیب اختلافات در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns غیرمعنی‌دار

*,** are standing for significant differences at 5, 1 % level respectively and ns no significant differences.



شکل ۱- ارزیابی خسارت چشمی ناشی از کاربرد علف‌کش بر روی علف‌های هرز

Figure 1- Visual injury assessment caused by herbicide application on weeds



شکل ۲- ارزیابی خسارت چشمی ناشی از کاربرد علف‌کش بر روی علف‌های هرز در هیبریدهای کلزا
Figure 2- Visual injury assessment caused by herbicide application on weeds in rapeseed hybrids

بررسی نتایج نشان داد که بیشترین مقدار گیاهسوزی در علف‌های‌هرز به ترتیب در تیمار کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۷۵ به میزان ۱۰۰ درصد و کمترین در تیمار کلوپیرالید به میزان ۵۵/۴۷ درصد مشاهده شد (شکل ۱). همچنین بیشترین گیاهسوزی در کلزا در رقم هایولا ۵۰ با میزان ۹۲/۹۸ درصد بود (شکل ۲). علف‌کش کلوپیرالید دارای توانایی متوسط به منظور کنترل علف‌های‌هرز می‌باشد. البته هرچه علف‌های‌هرز در ابتدای مراحل رشدی باشد، عملکرد کلوپیرالید بر روی این گونه‌های‌هرز بهتر خواهد بود ولی از آن‌جایی که علف‌های‌هرز در شرایط مزرعه در دامنه‌های فنولوژیکی متفاوت قرار می‌گیرند لذا کنترل آن‌ها توسط علف‌کش لونترل بویژه در مراحل بالاتر دو برگ گیاهچه یا بیشتر خواهد شد (Shimi *et al.*, 2014) اما با اختلاط انجام شده در آزمایش مذکور به ویژه در تیمار کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۷۵ این کنترل به مراتب از کلوپیرالید تنها بیشتر بود که با نتایج آزمایش طبیب و همکاران (Tabib *et al.*, 2019) مطابقت داشت.

مقایسه میانگین ترکیبات تیماری نشان داد که استفاده از علف‌کش کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۰۰ به همراه هیبرید هایولا ۵۰ بالاترین اثر منفی (گیاهسوزی) را بر روی کلزا دارد و همچنین کمترین اثر گیاهسوزی در تیمارهای کلوپیرالید به همراه هیبرید هایولا ۵۰، آگامکس و (کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۰۰ و ۱۵۰ هیبرید آگامکس) مشاهده شد (جدول ۷). مطالعات طبیب و همکاران (Tabib *et al.*, 2019) نشان داد که در آزمایش‌های پس از اختلاط کلوپیرالید یک لیتر + اگزادیازون ۲۰۰ بیشترین گیاهسوزی مربوط به کلوپیرالید یک لیتر + (اگزادیازون ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌لیتر) است، دیگر اختلاط‌ها دارای گیاهسوزی قابل چشم‌پوشی بود که با نتایج پژوهش پیش‌رو مطابقت داشت.

ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد کلزا

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد عملکرد و اجزای عملکرد کلزا تحت تأثیر تیمار هیبرید قرار نگرفت. تیمار علف‌کش بر تمامی شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد (به استثنای شاخص برداشت) تأثیر معنی‌دار داشت. براساس این نتایج، فقط تعداد خورجین در بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری هیبرید و علف‌کش قرار گرفت در حالی که بر سایر شاخص‌ها اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۸).

تعداد خورجین در بوته

مقایسه ترکیبات تیماری نیز مشخص کرد که بیشترین تعداد خورجین در بوته در تیمار وجین به همراه هیبرید آگامکس به میزان ۱۸۹/۳۳ خورجین در بوته بدست آمد که با تیمار شاهد با علف‌هرز دارای اختلاف معنی‌داری بود. همچنین کمترین تعداد خورجین شاهد با علف‌هرز به همراه هیبرید هایولا۵۰ که با تیمار کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۰۰ هیبرید آگامکس اختلاف معنی‌داری نداشت بدست آمد. در رقم هایولا ۵۰ استفاده از علف‌کش‌های ترکیبی کلوپیرالید + اگزادیازون و کلوپیرالید + اگزادیارجیل نسبت به علف‌کش کلوپیرالید به تنهایی باعث افزایش تعداد خورجین در بوته شد، در صورتی که در رقم آگامکس علف‌کش کلوپیرالید به تنهایی باعث افزایش تعداد خورجین در بوته شد. به عبارتی، کنترل مطلوب‌تر علف‌های‌هرز توسط تیمار وجین سبب کاهش رقابت بین گونه‌ای، بهبود فضای میکروکلیمایی و بهبود توزیع تشعشع در کانوپی کلزا و در نتیجه افزایش تعدادخورجین در بوته شده است. همچنین علف‌کش‌های اگزادیازون و اگزادیارجیل پس از اختلاط با کلوپیرالید سبب تولید خورجین بیشتر در کلزا شده‌اند که به دلیل افزایش طیف علف‌کشی و نیز اثر متقابل سینرجیک آنها نسبت به هم می‌باشد (جدول ۹) که با نتایج عسکری و همکاران (Askari *et al.*, 2016) مطابقت دارد.

جدول ۷- مقایسه ترکیبات تیماری هیبرید کلزا ×علف‌کش به لحاظ ارزیابی خسارت چشمی بر هیبریدهای کلزا

Table 7- Visual injury assessment caused by different herbicide treatments on rapeseed hybrids

هیبرید کلزا Hybrid Rapeseed	تیمار Treatment	خسارت چشمی (درصد) Visual injury (%)
هایولا۵۰ Hyola50	کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۰۰ Clopyralid + Oxadiazon 100	9.67
	کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۷۵ Clopyralid + Oxadiazon 175	6.50
	کلوپیرالید + اگزادیازون ۲۰۰ Clopyralid + Oxadiazon 200	0.3
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۰۰ Clopyralid + Oxadiargyl 100	1
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۲۵ Clopyralid + Oxadiargyl 125	7
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۵۰ Clopyralid + Oxadiargyl 150	0.3
	کلوپیرالید Clopyralid	0
آگامکس Agamax	کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۰۰ Clopyralid + Oxadiazon 100	1
	کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۷۵ Clopyralid + Oxadiazon 175	3
	کلوپیرالید + اگزادیازون ۲۰۰ Clopyralid + Oxadiazon 200	3.67
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۰۰ Clopyralid + Oxadiargyl 100	0
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۲۵ Clopyralid + Oxadiargyl 125	1.67
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۵۰ Clopyralid + Oxadiargyl 150	0
	کلوپیرالید Clopyralid	0
LSD	-	1.19

جدول ۸- نتایج تجزیه واریانس مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد کلزا تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی

Table 8- ANOVA results related to the yield and yield components of rapeseed affected by experimental treatments

		میانگین مربعات (Mean Square)					
منابع تغییر Source of variation	**درجه آزادی Degree of freedom**	**تعداد خورجین در بوته Number of siliques per plant**	**تعداد دانه در خورجین Number of seed per silique**	**وزن هزار دانه 1000-seed weight**	**عملکرد دانه Seed yield**	**عملکرد بیولوژیک Biological yield**	**شاخص برداشت Harvest index**
تکرار Replication	2	3179.68**	120.68**	1.11**	948329.73**	23263318.4**	150.10ns
هیبرید کلزا Hybrid (A)	1	1745.35ns	6.68 ns	0.07ns	486433.57ns	3729920.4ns	1.04 ns
علف‌کش Herbicides (B)	8	2289.97**	13.45 **	0.19*	1103225.7**	9587531.2**	37.86ns
هیبرید × علف‌کش (A×B)	8	1952.81**	5.31ns	0.14ns	308780.74ns	5565791.3ns	73.27ns
Error	34	453.99	3.74	0.06	162718.36	3306535.4	51.89
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		21.53	9.42	8.51	13.93	18.08	24.23

*، ** اختلاف در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns غیرمعنی‌دار

*,** are standing for significant differences at 5, 1 % level respectively and ns no significant differences.

تعداد دانه در خورجین

بیشترین و کمترین صفت تعداد دانه در خورجین تحت تأثیر تیمار علف‌کش مربوط به تیمار کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۷۵ و کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۰۰ به ترتیب به میزان (۲۳/۳۳ و ۱۸/۱۷) بوده است. با افزایش دز اگزادیازون ترکیب با کلوپیرالید تا ۱۷۵ میلی‌لیتر افزایش تعداد دانه در خورجین مشاهده شد. ولی با افزایش بیشتر از ۱۷۵ میلی‌لیتر در هکتار روند برعکس شد و تعداد دانه در خورجین کاهش یافت. درصورتی که با افزایش دز علف‌کش اگزادیارجیل در ترکیب با کلوپیرالید تعداد دانه در خورجین افزایش یافت (جدول ۱۰). به طورکلی رقابت علف‌های هرز از طریق کاهش طول خورجین‌ها، کاهش وزن خشک گیاه و ایجاد محدودیت در تأمین مواد فتوسنتزی لازم برای پر کردن دانه‌ها، تعداد دانه در خورجین را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Jamal and Chester, 2006). از طرفی می‌توان اظهار داشت که تعداد دانه در خورجین بیشتر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی بوده و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی از جمله رقابت با علف‌های‌هرز است. بالا بودن درصد کاهش تراکم علف‌های هرز در تیمارهای کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۷۵ سبب تأثیر مثبت در بر تعداد دانه در خورجین و افزایش آن گردیده است.

جدول ۹- مقایسه ترکیبات تیماری هیبرید کلزا ×علف‌کش به لحاظ تعداد خورجین در بوته کلزا

Table 9– Comparison of rapeseed hybrid×herbicide treatment compositions in terms of pod number per rapeseed plant

هیبرید کلزا Hybrid Rapeseed	تیمار Treatment	تعداد خورجین در بوته Number of siliques per plant
هایولا ۵۰ Hayola 50	کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۰۰ Clopyralid + Oxadiazon 100	125
	کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۷۵ Clopyralid + Oxadiazon 175	113
	کلوپیرالید + اگزادیازون ۲۰۰ Clopyralid + Oxadiazon 200	125.67
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۰۰ Clopyralid + Oxadiargyl 100	115
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۲۵ Clopyralid + Oxadiargyl 125	95
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۵۰ Clopyralid + Oxadiargyl 150	118.67
	Clopyralid کلوپیرالید	91.67
	Infected آلوده	52
	weeding وجین	106
آگامگس Agamax	کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۰۰ Clopyralid + Oxadiazon 100	52.67
	کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۷۵ Clopyralid + Oxadiazon 175	69
	کلوپیرالید + اگزادیازون ۲۰۰ Clopyralid + Oxadiazon 200	86
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۰۰ Clopyralid + Oxadiargyl 100	99.67
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۲۵ Clopyralid + Oxadiargyl 125	77
	کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۵۰ Clopyralid + Oxadiargyl 150	126.33
	Clopyralid کلوپیرالید	119.67
	Infected آلوده	70
	weeding وجین	139.33
LSD	-	35.36

تعداد دانه در خورجین

بیشترین و کمترین صفت تعداد دانه در خورجین تحت تأثیر تیمار علف‌کش مربوط به تیمار کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۷۵ و کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۰۰ به ترتیب به میزان (۲۳/۳۳ و ۱۸/۱۷) بوده است. با افزایش دز اگزادیازون ترکیب با کلوپیرالید تا ۱۷۵ میلی‌لیتر افزایش تعداد دانه در خورجین مشاهده شد. ولی با افزایش بیشتر از ۱۷۵ میلی‌لیتر در هکتار روند برعکس شد و تعداد دانه در خورجین کاهش یافت. درصورتی که با افزایش دز علف‌کش اگزادیارجیل در ترکیب با کلوپیرالید تعداد دانه در خورجین افزایش یافت (جدول ۱۰). به طورکلی رقابت علف‌های هرز از طریق کاهش طول خورجین‌ها، کاهش وزن خشک گیاه و ایجاد محدودیت در تأمین مواد فتوسنتزی لازم برای پر کردن دانه‌ها، تعداد دانه در خورجین را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Jamal and Chester, 2006). از طرفی می‌توان اظهار داشت که تعداد دانه در خورجین بیشتر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی بوده و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی از جمله رقابت با علف‌های‌هرز است. بالا بودن درصد کاهش تراکم علف‌های هرز در تیمارهای کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۷۵ سبب تأثیر مثبت در بر تعداد دانه در خورجین و افزایش آن گردیده است.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه کمتر تحت تأثیر تیمارها قرار می‌گیرد و یک صفت ژنتیکی است و همان طور که از نتایج مقایسه میانگین مشخص است که بیشترین وزن هزاردانه در تیمار کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۵۰ به میزان ۳/۲۷ گرم که با تیمارهای کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۰۰ و ۱۲۵ اختلاف معنی‌داری نداشت و همچنین کمترین وزن هزار دانه در تیمار کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۷۵ به میزان ۲/۸۷ گرم که با شاهد با علف‌هرز اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۱۰). در تیمار وجین که رقابت درون گونه‌ای و بین گونه‌ای کمتر بوده و نیز نور به میزان کافی موجود باشد، گیاه قادر است با افزایش تولید آسیمیلات‌ها علاوه بر افزایش تعداد خورجین، تعداد دانه‌های موجود در خورجین افزایش می‌دهد که باعث افزایش وزن هزار دانه می‌شود. همچنین، از دلایل وزن هزار دانه بالا در تیمار کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۵۰ می‌توان به خصوصیات این علف‌کش در کنترل علف‌هرز اشاره کرد که باعث شده بوته کلزا دارای تعداد مخزن بیشتری برای مواد پرورده فتوسنتزی داشته باشد. استفاده از علف‌کش کاهش رقابت علف‌های هرز با گیاه زراعی را به همراه داشته و در نتیجه موجب افزایش وزن هزار دانه شده است. همچنین، بلکشاو (Blackshaw, 2002) نیز کاهش وزن هزار دانه را دراثر رقابت علف‌های هرز گزارش کردند.

عملکرد دانه و بیولوژیک

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۱۰) نشان داد که بیشترین عملکرد دانه کلزا (۳۳۷۷/۶ کیلوگرم در هکتار) تحت تأثیر تیمار کلوپیرالید + اگزادیازون ۲۰۰ و کمترین (۲۰۶۴/۲ کیلوگرم در هکتار) آن تحت تیمار شاهد با علف‌هرز حاصل شد، به طوری که که استفاده از کلوپیرالید + اگزادیازون ۲۰۰ عملکرد دانه را ۱۶/۳۶درصد نسبت به شاهد با علف‌هرز، افزایش داد (جدول ۱۰). همچنین بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۲۵ به میزان ۱۱۲۹۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین به میزان ۷۴۵۸ کیلوگرم در هکتار آن مربوط به تیمار شاهد با علف‌هرز بود (جدول ۱۰).

با توجه به نتایج، اختلاط علف‌کش‌ها راهکاری به منظور حذف رقابت علف‌های‌هرز با کلزا و افزایش عملکرد می‌باشد، به‌طوری‌که عملکرد بالغ بر ۳/۳ تن به دست آمده که نسبت به کلوپیرالید تنها به عنوان شاهد تفاوت معنی‌داری دارند که این موید نتایج حاضر به ویژه در تیمار کلوپیرالید با اگزادیارجیل بود (Tabib *et al*., 2019). نتایج آزمایشی نشان داد که علف‌کش اگزادیازون بعد از آبیاری اول می‌تواند به‌طور معنی‌داری باعث کاهش علف‌های‌هرز و افزایش عملکرد پیاز شود (Ghosheh, 2004). نتایج آزمایشی نشان داد علف‌های هرز تأثیر بسیاری در کاهش عملکرد کلزا دارند و هر نوع اقدام در جهت کنترل علف‌های هرز سبب افزایش عملکرد کلزا می‌گردد. خسارت ظاهری مصرف علف‌کش‌ها نسبتاً بالا است، اما اختلاط علف‌کش‌ها به عنوان یک راهکار می‌تواند در راستای کنترل علف‌های هرز و به تبع آن افزایش عملکرد کلزا موثر باشد (Shimi *et al*., 2008).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، با توجه به حصول بیشترین عملکرد کلزا از کرت‌های تیمار شده با کلوپیرالید + اگزادیازون۲۰۰، اگزادیارجیل ۱۲۵ و ۱۵۰ میلی‌لیتر در هکتار، این تیمارها بهترین تیمار در مقایسه با تیمارهای اعمال شده بود؛ از آن‌جا که کلوپیرالید تنها پهن‌برگ‌کش پس رویشی اختصاصی کلزا است، به دلیل کنترل ضعیف علف‌های هرز مهمی مانند خردل وحشی، پنیرک و پیچک مزرعه کارایی مناسبی نداشته و لذا اختلاط آن با سایر علف‌کش‌ها جهت افزایش کارایی بیش از پیش احساس می‌شود. از آن‌جا که دو علف‌کش اگزادیازون و اگزادیارجیل علف‌های اختصاصی برنج می‌باشند، لذا بررسی طیف تأثیر آن‌ها نشان داد که قادر به کنترل علف‌های هرزی مانند پنیرک، تربچه‌وحشی، خردل وحشی، خاکشیر، پیچک مزرعه و کشیده‌برگی مانند یولاف وحشی، علف‌های هرز رایج در مزارع کلزا در سراسر کشور، می‌باشند که بیشتر این طیف تأثیر مربوط به علف‌کش اگزادیازون می‌باشد. لذا با توجه به فقیر بودن محصول کلزا از نظر تعداد علف‌کش‌های ثبت

شده در کشور و همچنین ضرورت در دسترس بودن آب در هنگام کاربرد علف‌کش‌های پیش‌رویشی دو منظوره کلزا ضرورت استفاده از علف‌کش‌های سایر محصولات به منظور افزایش طیف علف‌کش‌های کلزا وجود دارد. همچنین، لازم به ذکر است که انجام آزمایش‌های بیشتر در خصوص اختلاط‌های علف‌کشی مذکور در مزارع کلزای سراسر کشور به منظور حصول نتایجی که مبنای توصیه اختلاط‌های مذکور در کلزا باشد ضرورت دارد.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد کلزا تحت تأثیر تیمارهای علف‌کش

Table 10- The mean comparison of the yield and yield components of rapeseed affected by herbicide treatments

تیمار Treatment	تعداد دانه در خورجین Number of seed per silique	وزن هزار دانه Thousand seed weight (g)	عملکرد دانه Seed yield (Kg ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک Biological yield (Kg ha^{-1})
کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۰۰ Clopyralid + Oxadiazon 100	21	2.97	2600.8	9816
کلوپیرالید + اگزادیازون ۱۷۵ Clopyralid + Oxadiazon 175	23.33	2.83	2710.6	10199
کلوپیرالید + اگزادیازون ۲۰۰ Clopyralid + Oxadiazon 200	20.67	3.1	3377.6	10379
کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۰۰ Clopyralid + Oxadiargyl 100	18.17	3.25	3233.1	10995
کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۲۵ Clopyralid + Oxadiargyl 125	19	3.23	3077.1	11295
کلوپیرالید + اگزادیارجیل ۱۵۰ Clopyralid + Oxadiargyl 150	21.67	3.27	3168.2	10617
کلوپیرالید Clopyralid	20.83	3.11	2597.6	8631
آلوده Infected	20.33	2.87	2064.2	7458
وجین weeding	19.83	3.02	3236.6	11099
LSD	2.27	0.30	2133.5	473.3

منابع

1. Al- Barrak, K.M. (2006). Irrigation interval and nitrogen level effects on growth and yield of canola (*Brassica napus* L.). Scientific Journal of King Faisal University. *Al-Hassa, Saudi Arabia 7*(1): 87-102.
2. Askari, M., Faraji, A., Dadashi, M.R., & Asgari, M. (2012). Evaluation of some agronomic characteristics and yield of new spring rapeseed hybrids. In: Proceedings of the 1th National Conference on Biology Sciences. Falavarjan. Available in: https://civilica.com/doc/183311/ (visited 11 Desember 2021) (In Persian with English abstract)
3. Askari, S.A., Saeedipour, S., & Kalantar Hormozi, S. (2016). Evaluation of the effect of application of some herbicides in weed control of rapeseed field in Khuzestan province. In: Proceedings of the 1th National Conference on Modern Research in Agriculture and Animal Sciences. Birjand, p. 1103 (In Persian with English abstract)
4. Berry, M.P., & Spink, J.H. (2006). A physiological analysis of oilseed rape yield, past and future (review). *Journal of Agricultural Science. Cambridge* 199: 381-392. https://doi.org/10.1017/S0021859606006423.
5. Blackshaw, R.E. (2002). Influence of wild radish yield on quality of canola. *Weed Science 50*(3): 344-349. https://doi.org/10.1614/0043-1745(2002)050[0344:IOWROY]2.0.CO;2.
6. Dastorani, M., Gholamalipour Alamdari, A., Biabani, A., Avarseji, Z., & Habibi M. (2018). Study the several herbicides effect on weeds control and yield of cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Iranian Journal of Weed Science 14*(1): 83-95. (In Persian with English abstract)
7. Ghosheh, H.Z. (2004). Single herbicide treatments for control of broad-leaved weeds in onion. *Crop Protection* 23: 539-542. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2003.10.010.
8. Jamal, R.Q., & Chester, L.F. (2006). Selective weed control in Syrian marjoram (*Origanum syriacum* L.) with oxadiazon and oxyfluorfen herbicides. *Weed Technology 20*(3): 670-676. https://doi.org/10.1614/WT-04-129R1.1.
9. Kudsk, P., & Striebig J.C. (2003). Herbicides – a two-edged sword. *Weed Research 43*(1): 90–102. https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2003.00328.x.
10. Mehdinejad, K., Mehdinejad, M., & Shariati Feyzabadi, F. (2011). Toxic effects of different concentrations of

oxadiargyl (topstar) herbicide on rice fields on *Scenedesmus* sp. green algae in water sources. *Journal of Biology 5*(2): 95-105. (In Persian with English abstract)
11. Musavi, M.R. (2013). Herbicices: Knowledge and Application. Marze Danesh Press, Iran. 284 pp. (In Persian)
12. Nasiri, S., Asghari, J., Samizadeh, H., Moradi, P., & Shirzad, F. (2014). Evaluation of oxadiargyl and thiobencarb herbicides efficacy on rice (*Oryza sativa* L.) yield and yield components. *Cereal Reserch 3*(4): 307-319. (In Persian with English abstract)
13. Naylor, R.E.L., & Lutman, P.J. (2002). What is Weed? Weed Management Handbook, Eds R.E.L. Naylor (2002) Blackwell Science Ltd. pp: 19– 40.
14. Shimi, P., Poorazar, R., Ghezeli, F., & Sasanfar, H.R. (2014). Efficiency of two commercial forms of clopyralid at different doses in controlling canola weeds. *Iranian Journal of Weed Science* 10: 145-153. (In Persian with English abstract)
15. Shimi, P., Saeidi, H., Abtali, Y., Poorazar, R., & Maleki, I. (2008). Testing butisan star in canola. Final on farm research report. Iranian Research Institute of Plant Protection, Plant Protection Organization and Ministry of Agriculture Agronomic Affairs. (In Persian with English abstract)
16. Tabib, M.H., Ghasemi Nezhad, M., Hassani, M., Shojaee, A., & Beiranvand, H. (2019). The investigation mixing of lontrol with ronstar and topstar for *Malva nicaeensis* control in rapeseed (*Brassica napus*) in Behbahan. In: Proceedings of the 8th Iranian Weed Science Congress. Mashhad, p. 891. (In Persian with English abstract)
17. Yaghoubi, B. 2015. Chemical Control of Pondweed (*Potamogeton nodosus*) and Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in paddy fields. *Iranian Journal of Weed Science* 11: 195-207. (In Persian with English abstract)
18. Zand, E., Mousavi, S.K., & Heidari, A. (2014). Herbicides and Their Application Methods. Jihad Daneshgahi Press of Mashhad, Iran. 547 pp. (In Persian)